
บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด
AIMPHAN PRESS CO., LTD.

# หนังสือคู่มือการทดลอง

# ชุดฝึกการเรียนรู้

## การเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

**ผู้แต่ง**

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กีรดิษ สายพัทลุง วศบ. วิศวกรรมไฟฟ้า (ป.ตรี)
วศม. วิศวกรรมไฟฟ้า (ป.โท)

**บรรณาธิการ**

สุชาดา วราหพันธ์ กศ.บ. (สังคมศึกษา), ค.ม. (พื้นฐานการศึกษา)

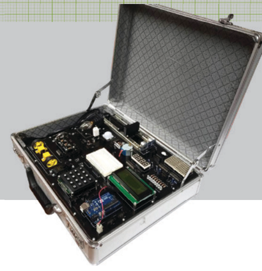

จัดพิมพ์โดย บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

ISBN: 000 000 00 000 0

ฝ่ายการตลาด, ฝ่ายผลิตและจัดส่ง, ฝ่ายการเงินและบัญชี :
69/109 หมู่ 1 ซ.พระแม่การุณย์ ต.บ้านใหม่ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120
โทร. 0 2584 5889, 0 2584 5993, 0 2961 4580-2, โทรสาร. 0 2961 5573, 0 2582 2313

ฝ่ายวิชาการ :
87/122 ถ.เทศบาลสงเคราะห์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 0 29544818-20, 0 29538168-9 โทรสาร. 0 2580 2923

# คำนำ



บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ได้จัดทำ**คู่มือชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์**สำหรับผู้เรียนขึ้น เพื่อประกอบชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับการพัฒนาศักยภาพการเรียนการสอนวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิทยาการหุ่นยนต์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ระดับปริญญาตรี และนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาทั้งตอนต้น และตอนปลาย โดยเนื้อหาในหนังสือจะมีทั้งสิ้น 8 บท ประกอบด้วยเรื่อง

- **หน่วยที่ 1** รู้จักชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
- **หน่วยที่ 2** ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอาดุยโน (Arduino) และการเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์
- **หน่วยที่ 3** ซอฟต์แวร์ภาษาซีสำหรับพัฒนาสำหรับโปรแกรมอาดุยโน
- **หน่วยที่ 4** การเขียนโปรแกรมสำหรับอุปกรณ์แสดงผล
- **หน่วยที่ 5** การเขียนโปรแกรมรับค่าจากเซนเซอร์ผ่านพอร์ตดิจิทัล
- **หน่วยที่ 6** การเขียนโปรแกรมรับค่าจากเซนเซอร์ผ่านพอร์ตแอนาล็อก
- **หน่วยที่ 7** การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์
- **หน่วยที่ 8** การทดลองการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ซึ่งผู้เขียนหวังว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและอาจารย์ผู้สอน นำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามหลักการ เนื้อหา และการพัฒนาการเรียนรู้ให้ทันสมัยอยู่เสมอ โดยเน้นกระบวนการคิด วิเคราะห์ ฝึกแก้ปัญหา และการลงมือปฏิบัติจริง หากมีข้อเสนอแนะประการใด บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ยินดีน้อมรับไว้ด้วยความขอบคุณยิ่ง

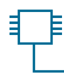



บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

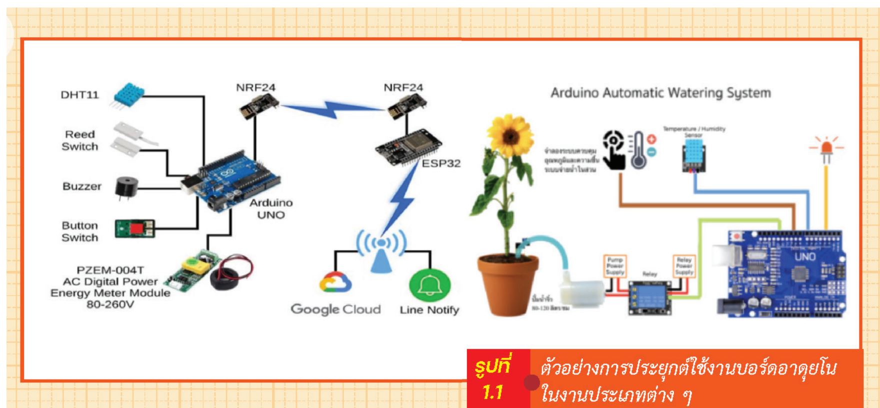
# สารบัญ

## หน่วยที่ 1

# รู้จักชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์



ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านระบบควบคุมอัตโนมัติได้เจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว มีการนำระบบควบคุมอัตโนมัติไปใช้งานทั้งในภาคอุตสาหกรรมการผลิต อุตสาหกรรมบริการและอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกหลากหลายประเภท โดยองค์ประกอบหลักของระบบควบคุมอัตโนมัติประกอบไปด้วยหน่วยรับข้อมูลเข้า หน่วยประมวลผล หน่วยขับเคลื่อน และหน่วยแสดงผล ซึ่งอาศัยการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นหน่วยประมวลผลกลางในการควบคุมการทำงาน ซึ่งผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจทั้งทางด้านโครงสร้าง การทำงานของหน่วยต่าง ๆ รวมถึงการเขียนโปรแกรมควบคุม จึงจะสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้งานได้จริง ดังนั้นการเรียนการสอนในด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ จึงจำเป็นต้องมีชุดทดลองที่ทำให้เกิดการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และสามารถบูรณาการความรู้ ความคิด และทักษะการปฏิบัติในการทำงาน ซึ่งจากปัจจัยดังกล่าว โดยชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ในเรื่องการควบคุม ทำให้สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้รับจากการเรียนไปประยุกต์ใช้ในการทำงานในลักษณะต่าง ๆ *ดังรูปที่ 1.1*




**รูปที่ 1.1** *ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานบอร์ดอาดุยโนในงานประเภทต่าง ๆ*

โดยการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุม สิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งก็คือชุดทดลองที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติเพื่อเป็นการฝึกใช้งานจริง ซึ่งชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์แสดงผล อุปกรณ์ขับเร้า (Sensor) มอเตอร์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งครอบคลุมการเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติ ในการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาดุยโน ยูโน (Arduino Uno) ดังรูปที่ 1.2

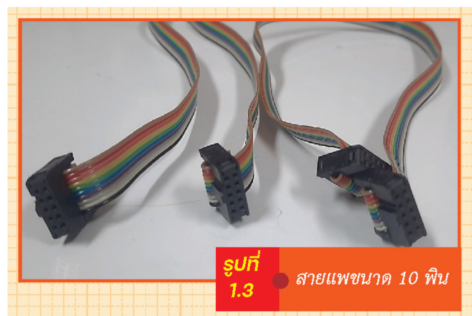


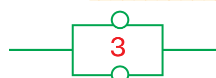
**รูปที่ 1.2** *ชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์*

จากรูปที่ 1.2 ชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีหัวใจหลักในการควบคุมคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล อาดุยโนยูโน และมีการเชื่อมโยงไปยังอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ทั้งอุปกรณ์แสดงผล อุปกรณ์ขับเร้าหรือเซนเซอร์ มอเตอร์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ประกอบด้วย

| | |
|---|---|
| 1 | หลอด LED (Light-Emitting Diode) หลอดไฟแสดงผลจำนวน 8 หลอด |
| 2 | หลอดไฟแสดงผลแบบ 7-Segment ขนาด 4 ตำแหน่ง |
| 3 | จอภาพแสดงผล LCD (Liquid Crystal Display) ขนาด 16 ตัวอักษร x 2 บรรทัด |
| 4 | หลอดไฟแสดงผลแบบ Dot Matrix ขนาด 8 หลัก x 8 แถว จำนวน 2 ชุด |
| 5 | มอเตอร์ DC 2 ตัว ขนาด 1 รอบ ต่อ 30 รอบ |
| 6 | มอเตอร์ DC ชนิด Stepping Motor และRC-Servo Motor |
| 7 | เซนเซอร์วัดระยะ สามารถวัดได้ตั้งแต่ 3 เซนติเมตร ถึง 300 เซนติเมตร |
| 8 | ชุดตัดต่อไฟฟ้า (Relay 5V) เป็น 220V ขนาด 10A |
| 9 | Remote Control และ Infrared ตัวรับสัญญาณควบคุม |
| 10 | เซนเซอร์ตัววัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (DHT22) |
| 11 | เซนเซอร์ตรวจความเคลื่อนไหว (PIR) |
| 12 | เซนเซอร์ตัววัดอุณหภูมิ (LM35) |
| 13 | เซนเซอร์วัดความเข้มแสง (LDR) |
| 14 | เซนเซอร์สวิตช์แสง (TCRT5000) |
| 15 | ชุดอินพุตตัวเลข (Keypad) |
| 16 | บอร์ดทดลอง (Breadboard) ขนาด 400 จุด |
| 17 | ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน (Arduino Uno R3) |

ซึ่งจากอุปกรณ์ที่กล่าวมาในข้างต้นจะใช้วิธีการเชื่อมต่อวงจรด้วยสายแพขนาด 10 พิน ทำให้สายสามารถต่อวงจรได้ง่าย ดัง**รูปที่ 1.3**


รูปที่ 1.3 สายแพขนาด 10 พิน

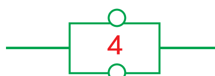


จากชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 1.2 และการเชื่อมต่อวงจรด้วยสายแพ ดังรูปที่ 1.3 ซึ่งสามารถแยกการทดลองออกเป็นสถานีต่าง ๆ ตามใบงาน ซึ่งประกอบไปด้วย 16 ใบงาน ซึ่งในแต่ละการทดลองจะมีการใช้พอร์ตอุปกรณ์ที่แตกต่างกันออกไป ดัง**ตารางที่ 1.1**

**ตารางที่ 1.1 การใช้พอร์ตสำหรับการทดลองในใบงานทั้ง 16 ใบงาน**

| ใบงานที่ | ชื่อใบงาน (อุปกรณ์) | พอร์ตที่ต่อกับอุปกรณ์ | ใช้ต่อกับขาของอาดุยโน | พอร์ตที่ต่อกับอาดุยโน |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ทำความรู้จักบอร์ดอาดุยโน และโปรแกรมอาดุยโน | | | |
| 2 | LED | 21 | D0-D7 | 1 |
| 3 | 7 Segment | 28 | D10, D11, D13 | 2 |
| 4 | Dot Matrix | 25 | D10, D11, D13 | 2 |
| 5 | LCD | 5 | A4, A5 | 3 |
| 6 | Ultrasonic | 11 | D5, D6 | 1 |
| 7 | DHT22 | 13 | D2 | 1 |
| 8 | Keypad | 19 | D5, D6, D7 | 1 |
| | | 20 | D8, D9, D10, D11, D12 | 2 |
| 9 | Servo | 9 | D9 | 2 |
| 10 | TCR75000 | 27 | D2, D5, D7 | 1 |
| | L293D | 24 | D8, D9 | 2 |
| | | 27 | D3, D4, D6 | 1 |
| 11 | Stepping Motor | 22 | D8, D9, D10, D11 | 2 |
| 12 | IR remote | 10 | D3 | 1 |
| 13 | LM35 | 12 | A0 | 3 |
| | LDR | | A1 | |
| 14 | Relay | 17 | D8 | 2 |
| 15 | PIR | 13 | D4 | 1 |
| 16 | Internet (NodeMCU on Photoboard) | | | |

ก่อนที่จะเริ่มทดลองสิ่งแรกที่ต้องเรียนรู้คือ การทำความรู้จักกับอุปกรณ์ที่ใช้ในชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งประกอบไปด้วย



## 1. อุปกรณ์แสดงผล

อุปกรณ์แสดงผลถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในงานด้านอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ใช้ในการแสดงผลให้ผู้ใช้งานได้รับทราบผลการทำงานของระบบ ไม่ว่าจะเป็นการแสดงผลในรูปแบบของรูปภาพ หลอดไฟ เสียง ตัวเลข เป็นต้น ซึ่งการแสดงผลจะเป็นการนำอุปกรณ์แต่ละชนิด ประกอบเป็นวงจรรับข้อมูลเอาต์พุตหลักจากการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผลได้แก่ จอแสดงผล LCD, 7-Segment, Dot Matrix, Stepping Motor, RC-Servo Motor

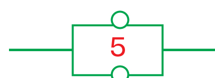
### 1.1 จอแสดงผลแอลซีดี LCD

จอแสดงผลแอลซีดี (LCD: Liquid Crystal Display) ซึ่งเป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตอลเหลว โดยหลักการ คือด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง หรือที่เรียกว่า Backlight อยู่ เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปกระตุ้นที่ผลึก ก็จะทำให้ผลึกโปร่งแสง ทำให้แสงที่มาจากไฟส่องสว่าง แสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้ จะมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตอล เช่น สีเขียว หรือ สีฟ้า ทำให้เมื่อมองไปที่จอก็จะพบกับตัวหนังสือสีขาว แล้วพบกับพื้นหลังสีต่าง ๆ กัน ซึ่งจอแสดงผลแอลซีดี จะแบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ ตามลักษณะการแสดงผลดังนี้

*1.1.1 ลักษณะเฉพาะของจอแสดงผลแอลซีดี* เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอแสดงผลแอลซีดี ขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 16 อักษร และมีทั้งหมด 2 แถว ให้ใช้งาน ส่วน 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 20 อักษร และมีทั้งหมด 4 แถว เป็นต้น ดังรูปที่ 1.4



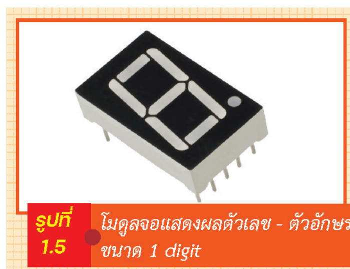

รูปที่ 1.4 จอแสดงผลแบบตัวอักษร ขนาด 20 อักษร x 4 แถว



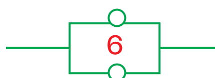
*1.1.2. จอแสดงผลแบบกราฟิก (Graphic LCD)* เป็นจอที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอกั้นแสง หรือปล่อยแสงออกไป ทำให้จอนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของจำนวนจุด (Pixels) ในแต่ละแนว เช่น 128x64 หมายถึง จอที่มีจำนวนจุดตามแนวนอน 128 จุด และมีจุดตามแนวตั้ง 64 จุด โดยการเลือกใช้งานนั้น ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่จะนำไปใช้งานนั้นเอง โดยทั่วไปสำหรับการใช้งานในวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเป็นจอแสดงผลแบบตัวอักษร (Character LCD) เนื่องจากใช้งานได้ง่าย และนิยมใช้ในงานทั่ว ๆ ไป โดยการเชื่อมต่อกับจอแสดงผลแบบตัวอักษร จะมีลักษณะการเชื่อมต่อจะมีด้วยกัน 2 แบบ คือ 1. การเชื่อมต่อแบบขนาน เป็นการเชื่อมต่อจอแสดงผล เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรง โดยจะแบ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบ 4 บิต และการเชื่อมต่อแบบ 8 บิต ซึ่งในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์จะนิยมเชื่อมต่อแบบ 4 บิต เนื่องจากใช้สายในการเชื่อมต่อน้อยกว่า 2. การเชื่อมต่อแบบอนุกรม เป็นการเชื่อต่อกับจอแสดงผล ผ่านโมดูลแปลงรูปแบบในการเชื่อมต่อจอกับไมโครคอนโทรลเลอร์ จากแบบขนานเป็นการเชื่อมต่อแบบ การใช้โมดูล I2C Serial Interface จะเป็นการนำโมดูลเชื่อมเข้ากับตัวจอแสดงผล แล้วใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อกับบอร์ดโมดูลผ่านโปรโตคอล I2C ทำให้ใช้สายเพียง 4 เส้น ก็ทำให้หน้าจอแสดงผลข้อความต่าง ๆ ออกได้ ซึ่งจะทำให้สามารถนำขาที่เหลือของไมโครคอนโทรลเลอร์ไปใช้งานในรูปแบบอื่น ๆ ได้

## 1.2 จอแสดงผลตัวเลข - ตัวอักษร (7-Segment)

จอแสดงผลตัวเลข - ตัวอักษร (ได้บางตัว) ที่มีหลักการแสดงผลทำมาจากการจัดวางหลอด แอลอีดีในแนวยาว ดังรูปที่ 1.5 เมื่อทำให้หลอดแอลอีดีแต่ละดวงติดพร้อมกัน ก็จะทำให้แสดงออกมาเป็นตัวเลขทรงเหลี่ยมได้ หรือตัวอักษร ขึ้นอยู่กับการควบคุมการทำงานตามที่ผู้ใช้งานต้องการ



รูปที่ 1.5 โมดูลจอแสดงผลตัวเลข - ตัวอักษร ขนาด 1 digit



## การแบ่งแยกจอแสดงผลตัวเลข - ตัวอักษร จะทำการแบ่งอยู่ 4 แบบ คือ

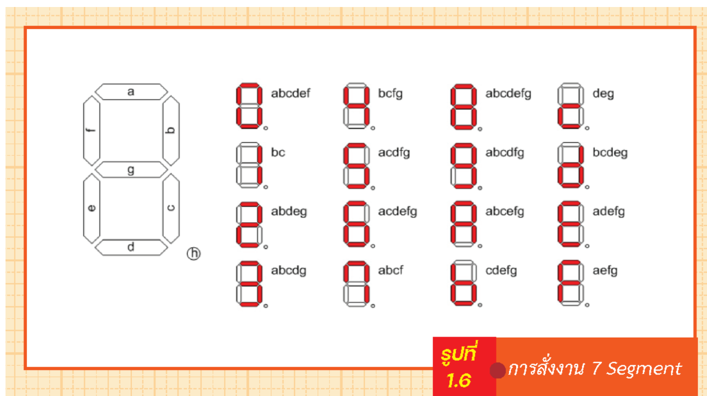
**แบบที่ 1** แบ่งชนิด จอแสดงผลตัวเลข - ตัวอักษรตามขาอ้างอิง (Common Pin) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันของชนิดคือ 1. ขาอ้างอิงแบบ Anode ซึ่งเป็นขาอ้างอิงที่ต้องต่ออยู่กับขั้วบวก แล้วขาอื่น ๆ ต่ออยู่กับขั้วกราว์ด จึงจะทำให้ส่วนนั้น ๆ ติดสว่าง 2. ขาอ้างอิงแบบ Cathode ซึ่งเป็นขาอ้างอิงที่ต้องต่ออยู่กับขั้วกับกราว์ด แล้วขาอื่น ๆ ต่ออยู่กับขั้วบวก จึงจะทำให้ส่วนนั้น ๆ ติดสว่าง

**แบบที่ 2** แบ่งชนิดจอแสดงผลตัวเลข – ตัวอักษร จะทำการแบ่งชนิดตามขนาดของจอแสดงผลตัวเลข – ตัวอักษร ซึ่งมีด้วยกันหลายขนาด ขนาดที่เป็นมาตรฐานใช้งานทั่วไปคือขนาด 0.56 นิ้ว

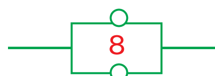
**แบบที่ 3** แบ่งชนิดจอแสดงผลตัวเลข – ตัวอักษร จะทำการแบ่งชนิดตามจำนวนตัวเลขใน จอแสดงผลตัวเลข – ตัวอักษร อาจจะมีตัวเลขแสดงผลหลาย ๆ ตัวติดอยู่ด้วยกัน ทำให้การต่อวงจรง่ายมากยิ่งขึ้น

**แบบที่ 4** แบ่งชนิดจอแสดงผลตัวเลข – ตัวอักษร จะทำการแบ่งชนิดตามสี ซึ่งจอแสดงผลตัวเลข – ตัวอักษร ในท้องตลาดมีจำหน่ายอยู่หลายสีให้เลือกใช้งาน เช่น สีแดง สีเขียว และสีอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการ และความเหมาะสมกับงาน

การสั่งงานจอแสดงผลตัวเลข – ตัวอักษร ซึ่งโครงสร้างพื้นฐานของจอแสดงผลตัวเลข – ตัวอักษรมีขาหลัก ๆ อยู่ด้วยกันทั้งหมด 9 ขา คือ a b c d e f g dot และ ขาอ้างอิง (Common) ในกรณีที่มีตัวเลขจำนวนหลักมากขึ้น ก็จะมีขาอ้างอิง เพิ่มมากขึ้นเป็น ขาอ้างอิง1 สำหรับควบคุมการแสดงผลหลักที่ 1, ขาอ้างอิง2 ควบคุมการแสดงผลหลักที่ 2 , ขาอ้างอิง (n) ควบคุมการแสดงผลหลักที่ n จะเห็นว่าในแต่ละแถบยาว จะมีตัวอักษรกำกับอยู่ ซึ่งเป็นชื่อของขาที่ใช้ควบคุมแถบนั้น ตัวอย่างเช่น หากต้องการให้แสดงผลตัวเลข 1 จะต้องให้แถบ b และ c ติดสว่าง จึงจะได้เป็นรูปเลข 1 ที่สมบูรณ์ และหากต้องการให้ติดเลข 3 จะต้องให้แถบ a b c d และ g ติดสว่าง จึงจะทำให้แสดงเลข 3 ที่สมบูรณ์ ดังรูปที่ 1.6 การจะทำให้แถบแต่ละแถบติดสว่างได้ การใช้งานจอแสดงผลตัวเลข – ตัวอักษรจะต้องทราบก่อนว่าจอแสดงผลตัวเลข – ตัวอักษรนั้นมีขาอ้างอิงเป็นขาอ้างอิงอะไร เมื่อทราบแล้วจะทำให้สามารถควบคุมการติดดับของแต่ละแถบได้แบบเดียวกับการควบคุมแอลอีดี โดยที่หากเป็นขาอ้างอิง Anode จะต้องต่อขาอ้างเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟ (5V) และหากต้องการให้แถบใดติดสว่าง จะต้องให้ขาของแถบนั้นต้องลงกราว์ด



รูปที่ 1.6 การสั่งงาน 7 Segment



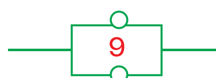
## 1.3 หลอดไฟแสดงผลแบบ (Dot Matrix)

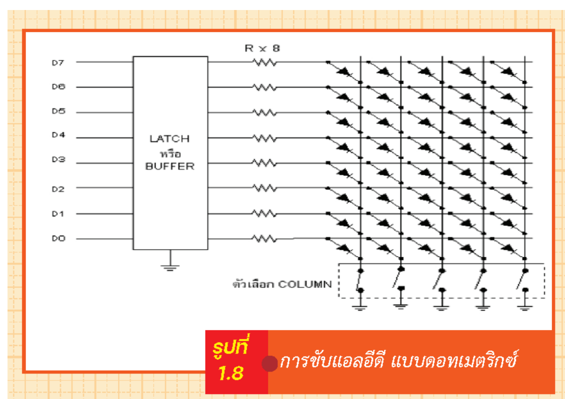
หลอดไฟแสดงผลแบบดอทเมตริกซ์ เป็นอุปกรณ์แสดงผล แบบเดียวกับแอลอีดี คือการนำเอา แอลอีดี หลายตัวมาต่อเรียงกัน เป็นหลัก เป็นแถว ซึ่งจะเห็นการใช้งานหลอดไฟแสดงผลแบบดอทเมตริกซ์จะนำเอาหลอดไฟแสดงผลแบบดอทเมตริกซ์หลาย ๆ ตัวมาต่อกันแล้วเขียนโปแกรมควบคุมผ่านไมโครคอนโทลเลอร์ หรือคอมพิวเตอร์ สั่งงานผ่านวงจรขับหลอดไฟแสดงผลแบบดอทเมตริกซ์ โดยโครงสร้างของหลอดไฟแสดงผลแบบดอทเมตริกซ์จะนำขาแอโนด (Anode) มาต่อร่วมกันเป็นแถว และ ขาแคโทด (Cathode) ต่อร่วมกันเป็นหลัก ดังรูปที่ 1.7




รูปที่ 1.7 โครงสร้างหลอดไฟแสดงผลแบบดอทเมตริกซ์

การขับหลอดไฟแสดงผลแบบดอทเมตริกซ์ จากโครงสร้างของหลอดไฟแสดงผลแบบดอทเมตริกซ์ จะเห็นว่าหากต้องการขับหลอดไฟแสดงผลแบบดอทเมตริกซ์ให้สว่าง จะมีขั้นตอนในการสั่งงานขับหลอดไฟแสดงผลแบบดอทเมตริกซ์ ดังนี้ คือ 1. ส่งข้อมูล (DATA) มาเข้าหลอดไฟแสดงผลแบบดอทเมตริกซ์ด้านแถว (ROW) ถ้าหากต้องการให้ดวงใดดวงหนึ่งติดก็ให้แถวนั้นเป็น HIGH และส่วนที่ต้องการให้ดับก็ให้ แถวนั้นเป็น LOW ทุกแถวจะต้องมีตัวต้านทานจำกัดกระแสในการควบคุมการทำงาน 2. จากข้อมูลในข้อที่ 1 หากต้องการให้ดวงใดติดก็ให้หลัก (COLUMN) ดังกล่าวลงกราวด์เพียงหลักเดียวในเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยการทำงานของแสดงการขับหลอดไฟแสดงผลแบบดอทเมตริกซ์ ส่งข้อมูลของหลัก 0 สวิตช์ต้องเปิดหลัก 0 ลงกราวด์ **ดังรูปที่ 1.8**






รูปที่ 1.8 การขับแอลอีดี แบบดอทเมตริกซ์

## 2. อุปกรณ์ขับเร้า หรือ เซนเซอร์

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจรู้ค่าปริมาณต่าง ๆ เพื่อป้อนให้กับระบบและกระบวนการ อุปกรณ์เซนเซอร์จัดได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างมาก โดยเฉพาะในระบบควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งเซนเซอร์ได้รับความนิยมใช้งานอย่างมาก ซึ่งการเลือกใช้เซนเซอร์จะขึ้นอยู่กับงานแต่ละงานตามความต้องการของระบบ เช่น ตรวจวัดตำแหน่ง ตรวจวัดระยะทาง ตรวจวัดความสว่าง ตรวจวัดความร้อน ตรวจจับเคลื่อนไหว เป็นต้น ซึ่งสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากการตรวจรู้ของอุปกรณ์เซนเซอร์ที่อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้านั้น สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ขึ้นอยู่กับความต้องการของระบบ คือสัญญาแอนาล็อก (Analog Signal), สัญญาณดิจิทัล (Digital Signal), และสัญญาณไบนารี (Binary Signal) ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้นำเซนเซอร์หลายชนิด มาใช้ในงานวิจัยซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลาย มีความจำเป็นที่นักเรียน นักศึกษา เพื่อฝึกทักษะด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วย เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22), เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (LM35), เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (PIR), เซนเซอร์ตรวจวัดความเข้มแสง (LDR), เซนเซอร์วัดระยะทาง (Ultrasonic), เซนเซอร์สวิตช์แสง (TCRT5000)

## 2.1 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22)

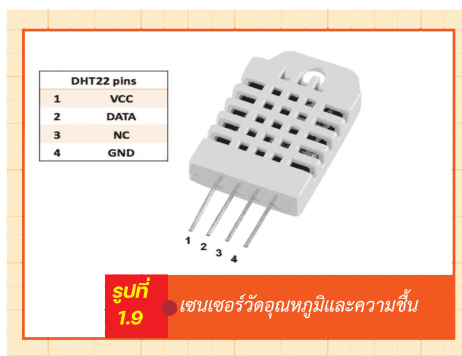
เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22) ย่อมาจาก Humidity and Temperature Sensor เป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถวัดได้ทั้งอุณหภูมิ และความชื้นในตัวเดียวกัน โดยเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการพัฒนาเพื่อการเชื่อมต่อกับบอร์ดอาดุยโน โดยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นมีรูปร่างหน้าตา และขาเชื่อมต่อ ดังรูปที่ 1.9 โดยข้อมูลเฉพาะของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งเป็นข้อมูลเฉพาะของอุปกรณ์ตามคู่มือการทำงานของเซนเซอร์ ซึ่งมีข้อมูลจำเพาะดังนี้

1. ย่านวัดความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 20 ถึงร้อยละ 90 ซึ่งมีความแม่นยำอยู่ที่ ± 5% RH โดยมีความละเอียดในการวัดที่ร้อยละ 1 การแสดงผลแบบ 8 บิต

2. ย่านวัดอุณหภูมิอยู่ที่ 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแม่นยำอยู่ที่ ±2 องศาเซลเซียส โดยมีความละเอียดในการวัดที่ 1 องศาเซลเซียส การแสดงผลแบบ 8 บิต

3. กินกระแสไฟฟ้าที่ 0.5 ถึง 2.5 มิลลิแอมป์ (ขณะที่ทำการวัดค่า) ที่ระดับแรงดัน 3 ถึง 5.5 VDC

4. มีขนาดการสุ่มวัดค่า (Sample Rate) ทุก ๆ 1 วินาที

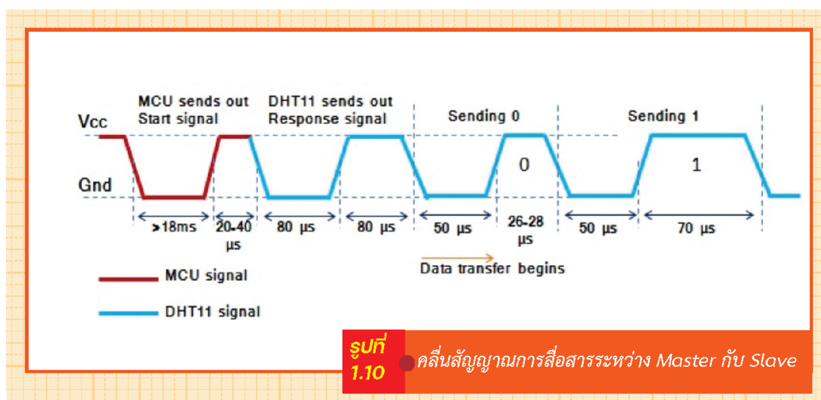


| DHT22 pins | |
|---|---|
| 1 | VCC |
| 2 | DATA |
| 3 | NC |
| 4 | GND |



รูปที่ 1.9 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

จากรูปที่ 2.11 เป็นโมดูลเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น มีขาการต่อใช้งานทั้งหมด 4 ขา ซึ่งลักษณะการต่อใช้งานเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น เพื่อส่งข้อมูลให้กับหน่วยประมวลผลกลาง ซึ่งการเชื่อมต่อจะใช้เพียง 3 ขา ประกอบไปด้วยขา 1 ไฟเลี้ยง ขา 2 ขาสัญญาณ และขา 3 ขากราวด์ ซึ่งระยะระหว่างเซนเซอร์กับบอร์ดอาดุยโน ไม่ควรห่างกันเกิน 20 เมตร และจะต้องใช้ความต้านทาน (Pull up resistor) ขนาด 5kΩ โดยใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 3 ถึง 5.5 VDC โดยมีวิธีการส่งข้อมูลของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น จะเป็นการสื่อสารกับหน่วยประมวลผลกลาง ด้วยวิธีการสื่อสารแบบอนุกรมสองทางโดยใช้สายเส้นเดียว (Single-wire Two-way Serial Interface) ซึ่งเป็นการสื่อสารโดยใช้สายเส้นเดียวนั้น จำเป็นต้องใช้โปรโตคอลที่ตกลงกันไว้ระหว่างตัวหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์ที่ต้องการสื่อสารด้วย (Slave) โดยกำหนดอุปกรณ์หลัก Master หรือบอร์ดอาดุยโนของที่จะทำการส่งข้อมูล Start signal ที่เป็นแรงดันไฟฟ้าระดับต่ำอย่างน้อย 18 ไมโครวินาที ไปที่ Slave เพื่อให้ Slave รู้ว่าจะเริ่มสั่งแล้ว จากนั้นระบบจะรอแระมาณ 20 ถึง 40 ไมโครวินาที เพื่อรอ Slave ส่งข้อมูลกลับมาที่ Master ซึ่งมีการทำงานของสัญญาณ **ดังรูปที่ 1.10**




*รูปที่ 1.10* *คลื่นสัญญาณการสื่อสารระหว่าง Master กับ Slave*

## 2.2 เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (PIR)

เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (PIR) ย่อมาจาก Passive Infrared Receiver เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับความเคลื่อนไหว โดยใช้หลักการตรวจรับรังสีอินฟราเรด (รังสีความร้อน) จากมนุษย์ สัตว์ สิ่งของ ซึ่งแผ่รังสีอินฟราเรดอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการแผ่รังสีของสิ่งที่กล่าวมานั้น จะมีระยะของการแผ่รังสีอยู่ที่ประมาณ 5 ถึง 10 เมตร ขึ้นอยู่กับขนาดของสิ่งนั้น ๆ เป็นเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวจะมีรัศมีทำมุมกวาดที่ 120 องศา โดยเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวมีรูปร่างหน้าตา และขาเชื่อมต่อ ดังรูปที่ 1.11 โดยข้อมูลเฉพาะของเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นข้อมูลเฉพาะของอุปกรณ์ตามคู่มือการทำงานของเซนเซอร์ ซึ่งมีข้อมูลจำเพาะดังนี้ 1. ทำงานในช่วงแรงดัน 5-20 V 2. ตั้งเวลาการหน่วงได้ประมาณ 5 ถึง 200 วินาที 3. ตั้งระยะความไวในการตอบสนองต่ำสุดประมาณ 3 เมตร สูงสุด 5 ถึง 7 เมตร (ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม) และ 4. ใช้กระแสขณะ standby ประมาณ 65 ไมโครแอมป์



รูปที่ 1.11 เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

จากรูปที่ 2.14 เป็นโมดูลเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว ที่มีขาการต่อใช้งานทั้งหมด 3 ขา ซึ่งลักษณะการต่อใช้งานเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เพื่อส่งข้อมูลให้กับหน่วยประมวลผลกลาง โดยการต่อใช้งานเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวนั้น จะใช้สายเพียง 3 เส้นเท่านั้น สืบเนื่องจากการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว จะใช้การทำงานแบบดิจิทัลคือ สัญญาณ 0 และ 1 เท่า เช่น หากมีวัตถุแผ่รังสีให้กับตัวเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว ก็จะทำให้เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวส่งสัญญาณเป็น 1 ให้กับหน่วยประมวลผลกลาง

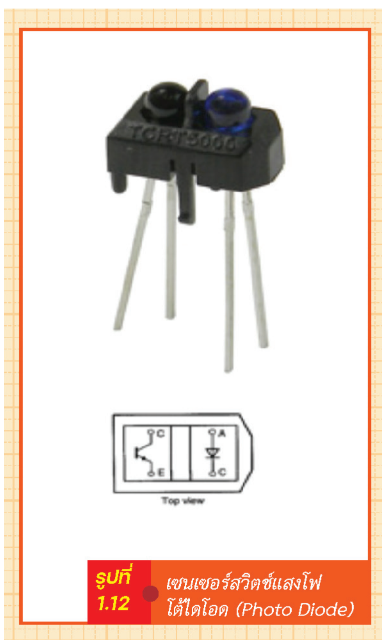
## 2.3 เซนเซอร์สวิตช์แสง

เซนเซอร์สวิตช์แสง (Optical Sensor) หรือสามารถเรียกว่า Photo Sensor ซึ่งใช้ในงานการตรวจจับการเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุ และการตรวจสอบขนาดรูปร่างวัตถุ โดยมีหลักการทำงานซึ่งอาศัยการส่งและรับแสง มีส่วนประกอบหลักอยู่ 2 ส่วน คือ ตัวส่งแสง (Emitter) และตัวรับแสง (Receiver) โดยทำหน้าที่จับลำแสงที่สะท้อนกลับเมื่อแสงกระทบวัตถุ โดยอุปกรณ์ที่เป็นส่วนของตัวรับ จะนิยมใช้งานโฟโต้ไดโอด (Photo Diode) หรือไฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) ส่วนของตัวส่งแสงนั้นส่วนมากจะใช้งานเป็นแอลอีดี (LED: Light Emitting Diode) ซึ่งเซนเซอร์สวิตช์แสงส่วนมาก จะสร้างให้อยู่ในตัวถังเดียวกันเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ดังรูปที่ 1.12 ซึ่งจะประกอบตัวรับและตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกัน โดยแอลอีดี หรือตัวส่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของแสง ดังนี้

1. แอลอีดีแบบแสงอินฟราเรด มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 910 ถึง 950 nm ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ให้ความเข้มของแสงสูงและระยะส่งไกล แต่ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของสีได้

2. แอลอีดีแบบแสงสีแดง มีความยาวคลื่นประมาณ 650 nm มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ความเข้มของแสงอยู่ในระดับปานกลาง สามารถตรวจจับพื้นผิวที่มีสีดำ สีน้ำเงินและสีเขียวบนพื้นสีขาวได้ดี

3. แอลอีดีแบบแสงสีเขียว มีความยาวคลื่นประมาณ 560 nm ให้ความเข้มของแสงต่ำ มีระยะการตรวจจับที่ไม่ไกล สามารถตรวจจับพื้นที่สีแดงบนพื้นสีขาวได้ดี




รูปที่ 1.12 เซนเซอร์สวิตช์แสงโฟโต้ไดโอด (Photo Diode)

## 2.4 เซนเซอร์วัดระยะทางโมดูล HC-SR04

หลักการทำงานของโมดูลวัดระยะห่างด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค (Ultrasonic) โมดูล HC-SR04 เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดระยะห่างด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค ใช้คลื่นเสียงความถี่ ประมาณ 40kHz โดยเซนเซอร์วัดระยะทางจะมีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ตัวส่งคลื่นที่ทำหน้าที่สร้างคลื่นเสียงออกไปในการวัดระยะแต่ละครั้ง ("Ping") แล้วเมื่อไปกระทบวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง คลื่นเสียง จะถูกสะท้อนกลับมายังตัวรับแล้วประมวลผลด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในโมดูล ถ้าจับเวลาในการเดินทางของคลื่นเสียงในทิศทางไปและกลับ โดยเซนเซอร์วัดระยะทาง โมดูล HC-SR04 จะมีหน้าตา **ดังรูปที่ 1.13**




รูปที่ 1.13 เซนเซอร์วัดระยะทาง โมดูล HC-SR04

โมดูลอัลตร้าโซนิค จะมีการทำงานที่แรงดันประมาณ +5V (4.5V ถึง +5.5V) กินกระแสประมาณ 15mA ช่วงการวัดระยะทาง (measurement range): ประมาณ 4cm ถึง 4m ความกว้างเชิงมุมในการวัด (measuring angle) 15 องศา ข้อมูลเชิงเทคนิคของโมดูล HC-SR04 ระดับแรงดันลอจิกสำหรับขา TRIG และ ECHO: 5V TTL และ GND โมดูลนี้ มีขาสัญญาณดิจิทัล TRIG (อินพุต) และ ECHO (เอาต์พุต) ที่นำไปเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ จากนั้นให้วัดความกว้างของสัญญาณช่วง HIGH จากขา ECHO ถ้าวัตถุอยู่ใกล้ ความกว้างของสัญญาณ Pulse ที่ได้ก็จะน้อย แต่ถ้าวัตถุอยู่ไกลออกไป ก็จะได้ค่าความกว้างของสัญญาณ Pulse ที่มากขึ้น

## 3. มอเตอร์ชนิดต่าง ๆ

เป็นเครื่องกลไฟฟ้า (Electromechanically Energy) ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (Electric Energy) ให้เป็นพลังงานกล (Mechanical Energy) ในรูปของการหมุนเคลื่อนที่มีประโยชน์ในการนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ถูกนำไปร่วมใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าประมาณร้อยละ 80 ถึง 90 ลักษณะมอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Energy) โดยมีหลักการทำงานของมอเตอร์ คือเมื่อมีกระแสไหลในขดลวดตัวนำที่พันอยู่บนแกนอาร์เมเจอร์ จะเกิดสันแรงแม่เหล็กรอบ ๆ ตัวนำ และทำปฏิกิริยากับเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ ทำให้เกิดแรงผลักขึ้นบนตัวนำทำให้อาร์เมเจอร์หมุนไปได้ ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลและวางอยู่บนแกนของอาร์เมเจอร์ โดยวางห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ r กำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดที่ปลาย A และไหลออกที่ปลาย B จากคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดผ่านซึ่งกันและกัน ดังนั้นปริมาณของเส้นแรงแม่เหล็กจะมีจำนวนมากที่ด้านบนของปลาย A จึงทำให้เกิดแรง F1 กดตัวนำ A ลงด้านล่างและขณะเดียวกันที่ปลาย B นั้น เส้นแรงแม่เหล็กจะมีปริมาณมากที่ด้านหน้าทำให้เกิดแรง F2 ดันให้ตัวนำ B เคลื่อนที่ด้านบนของแรง F1 และ F2 นี้เองทำให้อาร์เมเจอร์ของมอเตอร์เกิดการเคลื่อนที่ไปได้ ดังนั้นการทำงานของมอเตอร์จึงขึ้นอยู่กับหลักการที่ว่า เมื่อเอาตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปวางในสนามแม่เหล็ก มันจึงพยายามทำให้ตัวนำเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก โดยมอเตอร์ที่นิยมใช้งานในงานอิเล็กทรอนิกส์ จะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กเป็นหลัก เช่น สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor), เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) และมอเตอร์เกียร์ (Gear Motor)

## 3.1 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor)

เป็นมอเตอร์ที่มีการหมุนเป็นสเต็ป (STEP) ซึ่งใช้หลักการควบคุมการหมุนตามจำนวนองศา โดยสเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่นิยมใช้งาน คือ แบบยูนิโพล่าร์ (Unipolar Stepper Motor) ซึ่งมอเตอร์แบบนี้จะใช้การพันขดลวด 2 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กของ สเตเตอร์ และแต่ละขดจะแบ่งเป็น 2 เฟส ทำให้มอเตอร์ 1 ตัวจะมีเฟสทั้งสิ้น 4 เฟส โดยการต่อสายไฟของสเต็ปปิ้งมอเตอร์นั้น จะมีลักษณะการต่อแบบ 5 สาย และแบบ 6 สาย **ดังรูปที่ 1.14**



รูปที่ 1.14 สเต็ปปิ้งมอเตอร์

โดยการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ จะมีการทำงานโดยการกระตุ้นแบบต่อเนื่องให้กับขดลวดบนสเตเตอร์เพื่อให้มอเตอร์หมุนในรูปแบบที่ถูกต้อง จึงสามารถควบคุมการหมุนได้ตามต้องการ โดยรูปแบบการกระตุ้นการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ แบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบ คือ

1. *ฟลูสเต็ปแบบ 1 เฟส (Full step 1 phase)* การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ 1 เฟส เป็นการขับมอเตอร์แบบที่ง่ายที่สุด โดยการป้อนกระแสไฟฟ้ากระตุ้นการทำงานของขดลวดทีละขด เรียงตามลำดับกันไป ซึ่งการกระตุ้นแบบนี้จะกินกระแสไฟฟ้าน้อยที่สุด ซึ่งจะให้แรงบิดน้อย วงจรการกระตุ้นแบบนี้มีราคาถูก และง่าย

2. *ฟลูสเต็ปแบบ 2 เฟส (Full step 2 phase)* การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ 2 เฟส เป็นการขับมอเตอร์ที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด 2 ขดพร้อมกัน จะกินกระแสไฟฟ้ามากกว่าแบบ 1 เฟส ซึ่งจะให้แรงบิดมากขึ้น

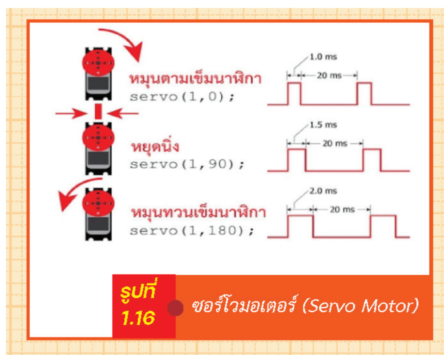
3. *ฮาล์ฟสเต็ป (Half step)* การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบฮาล์ฟสเต็ป หรือครึ่งจังหวะ เป็นการนำรูปแบบการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 2 แบบมารวมกัน ทำให้ได้แรงบิดมากขึ้น และช่วงสเต็ปสั้นลงทำให้การหมุนของมอเตอร์มีความละเอียดกว่า 2 แบบแรก

## 3.2 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

เป็นมอเตอร์ที่ประกอบไปด้วยชุดเกียร์ (Gear), มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) และส่วนควบคุมด้านอิเล็กทรอนิกส์ ดังรูปที่ 1.15 โดยส่วนมากจะทำงานได้ด้วยสัญญาณพัลส์บวกที่มีความกว้างอยู่ระหว่าง 1 มิลลิวินาที ถึง 2 มิลลิวินาที สลับกับสัญญาณพัลส์ลบขนาด 20 มิลลิวินาที โดยวิธีการกำหนดทิศทางการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์สามารถทำได้ดังนี้ 1. หมุนไปทางขวา (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา) โดยการส่งสัญญาณพัลส์บวกที่มีความกว้าง 1 มิลลิวินาทีและสัญญาณพัลส์ลบที่มีความกว้าง 20 มิลลิวินาที สลับกันไปมา จะทำให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางขวาที่ตำแหน่ง +90 องศา 2. หมุนไปทางซ้าย (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา) โดยการส่งสัญญาณพัลส์บวกที่มีความกว้าง 2 มิลลิวินาทีและสัญญาณพัลส์ลบที่มีความกว้าง 20 มิลลิวินาที สลับกันไปมา จะทำให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางซ้ายที่ตำแหน่ง -90 องศา 3. อยู่กึ่งกลาง (ตำแหน่งเริ่มต้น) โดยการส่งสัญญาณพัลส์บวกที่มีความกว้าง 1.5 มิลลิวินาทีและสัญญาณพัลส์ลบที่มีความกว้าง 20 มิลลิวินาที สลับกันไปมา จะทำให้เซอร์โวมอเตอร์หยุดอยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้น ที่ตำแหน่ง 0 องศา **ดังรูปที่ 1.16**



รูปที่ 1.15 เซอร์โวมอเตอร์ขนาดต่าง ๆ




รูปที่ 1.16 ซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

## 3.3 มอเตอร์เกียร์ (Gear Motor)

มอเตอร์เกียร์ หมายถึง เครื่องมืออุปกรณ์วัตถุไฟฟ้าชนิดนึงที่มักจะใช้กันตามโรงงานหรือมักใช้กันตามกลุ่มวงการอุตสาหกรรม เครื่องมือการใช้งานเหล่านี้ จะทำหน้าที่เปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ปัจจุบันมอเตอร์เกียร์นั้น (Motor Gear) มีขนาดหลากหลายรูปแบบ มีตั้งแต่ ขนาดเล็ก ขนาดใหญ่ ในแต่ละขนาดจะมี วัตต์ที่แตกต่างกันแล้วแต่ตามความต้องการ มอเตอร์จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

1. *มอเตอร์เกียร์ชนิดกระแสไฟฟ้าตรง (Direct Current Gear Motor)* มอเตอร์ที่มีหน้าที่ส่งกระแสไฟฟ้าตรง เข้าไปที่ขดลวดเพื่อผลักดันแม่เหล็ก มอเตอร์เกียร์ชนิดกลไฟฟ้าตรงมักใช้อุปกรณ์เครื่องจักรใหญ่ หรือตามโรงงานอุตสาหกรรม

2. *มอเตอร์เกียร์ชนิดกระแสไฟฟ้าสลับ (Gear Motor, Electrical Switch Type)* มอเตอร์เกียร์ชนิดไฟฟ้ากระแสสลับ คือ มอเตอร์ที่สามารถขับเคลื่อนตัวได้จากกระแสไฟฟ้าจากอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน หรือ เครื่องปั่นไฟ



รูปที่ 1.17 โครงสร้างมอเตอร์เกียร์ (Gear Motor)

การควบคุมมอเตอร์ คือ การควบคุมมอเตอร์โดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทำได้โดยใช้การควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้า การควบคุมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านมอเตอร์ (มอเตอร์หมุน) หรือควบคุมให้กระแสไฟฟ้าไม่ไหลผ่านมอเตอร์ (มอเตอร์ไม่หมุน) มักใช้ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ใช้รีเลย์ และใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ โดยทั่วไปของการควบคุมมอเตอร์ จะเป็นควบคุมให้มีการหมุนแบบ 2 ทาง ซึ่งมีการควบคุมหลากหลายวิธี เช่น การควบคุมมอเตอร์สองทิศทางด้วยรีเลย์ การควบคุมมอเตอร์สองทิศทางด้วยทรานซิสเตอร์ การควบคุมมอเตอร์สองทิศทางด้วยมอสเฟส การควบคุมมอเตอร์สองทิศทางด้วยไอซี แต่ส่วนใหญ่แล้วนั้นในปัจจุบันจะมีการควบคุมด้วยไอซี

# แบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 1

| | |
|---|---|
| เรื่อง รู้จักชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ | ใช้เวลา 20 นาที |
| วิชา ชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ | |

**คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ (10 คะแนน)
2. ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดแล้วกาเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดรุ่นอะไร
   ก. บอร์ด MSC-51
   ข. บอร์ดอาดุยโน (Arduino)
   ค. บอร์ดราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi)
   ง. บอร์ด Kidbright

2. ชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีการมีการทดลองกับอุปกรณ์ประเภทไหนบ้าง
   ก. อุปกรณ์แสดงผล อุปกรณ์ขับเร้า มอเตอร์
   ข. คีย์บอร์ด อุปกรณ์ขับเร้า มอเตอร์
   ค. อุปกรณ์แสดงผล อุปกรณ์ขับเคลื่อน มอเตอร์
   ง. อุปกรณ์แสดงผล อุปกรณ์ขับเร้า เลเซอร์คัตติ้ง

3. จอแสดงผลแอลซีดี (LCD: Liquid Crystal Display) ขนาด 20x4 หมายความอย่างไร
   ก. ตัวอักษรใส่ได้ 16 อักษร และมีทั้งหมด 2 แถว
   ข. ตัวอักษรใส่ได้ 20 อักษร และมีทั้งหมด 2 แถว
   ค. ตัวอักษรใส่ได้ 16 อักษร และมีทั้งหมด 4 แถว
   ง. ตัวอักษรใส่ได้ 20 อักษร และมีทั้งหมด 4 แถว

4. หากต้องการสั่งงาน 7 Segment ให้แสดงผลเลข 7 ต้องสั่งงานอย่างไร

ก. พอร์ต f, a, b, c
ข. พอร์ต f, a, e, c
ค. พอร์ต f, a, b, g
ง. พอร์ต f, a, g, c

5. เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (PIR) สามารถตั้งเวลาหน่วงอยู่ระหว่างเท่าไร

ก. 5 ถึง 200 นาที
ข. 10 ถึง 200 วินาที
ค. 5 ถึง 20 วินาที
ง. 5 ถึง 200 วินาที

6. เซนเซอร์วัดระยะทาง โมดูล HC-SR04 ช่วงการวัดระยะทางเท่าไร

ก. 4mm ถึง 4m
ข. 4cm ถึง 4cm
ค. 4cm ถึง 4m
ง. 4mm ถึง 40mm

7. การหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ แบ่งออกได้กี่รูปแบบ

ก. 4 รูปแบบ ข. 3 รูปแบบ ค. 2 รูปแบบ ง. 1 รูปแบบ

8. หากต้องการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางซ้าย จะต้องสั่งงานเซอร์โวมอเตอร์สัญญาณพัลส์รูปแบบใด

ก. สัญญาณพัลส์ 1 มิลลิวินาที สลับกับสัญญาณพัลส์บวกที่มีความกว้าง 10 มิลลิวินาที
ข. สัญญาณพัลส์ 2 มิลลิวินาที สลับกับสัญญาณพัลส์บวกที่มีความกว้าง 20 มิลลิวินาที
ค. สัญญาณพัลส์ 1 มิลลิวินาที สลับกับสัญญาณพัลส์ลบที่มีความกว้าง 10 มิลลิวินาที
ง. สัญญาณพัลส์ 2 มิลลิวินาที สลับกับสัญญาณพัลส์ลบที่มีความกว้าง 20 มิลลิวินาที

9. เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (PIR) มีระยะของการแผ่รังสีอยู่ที่ระยะเท่าใด

ก. ประมาณ 0 ถึง 10 เมตร
ข. ประมาณ 2.5 ถึง 5 เมตร
ค. ประมาณ 5 ถึง 10 เมตร
ง. ประมาณ 10 ถึง 100 เมตร

10. เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22) ย่านวัดอุณหภูมิอยู่ระหว่างกี่องศาเซลเซียส

ก. 0 ถึง 25 องศาเซลเซียส
ข. 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส
ค. 50 ถึง 100 องศาเซลเซียส
ง. 10 ถึง 50 องศาเซลเซียส